KUNGL. LANTBRUKSHÖGSKOLAN OCH STATENS LANTBRUKSFÖRSÖK
STATENS JORDBRUKSFÖRSÖK

Särtryck och småskrifter nr 102, 1958

BETESGÅNGENS INVERKAN PÅ VÄXTLIGHET OCH MARK I SVENSKA NATURBETEN

Av Eliel Steen

Summary:

Effects of grazing upon plant cover and soil in Swedish natural pastures

UPPSALA 1958

iss. Uppsala
1958

Betesgångens inverkan på växtlighet och mark i svenska naturbeten

AKADEMISK AVHANDLING

SOM MED TILLSTÅND AV MATEMATISK-NATURVETENSKAPLIGA
FAKULTETEN VID UPPSALA UNIVERSITET
FÖR VINNANDE AV FILOSOFIE DOKTORSGRAD
FRAMLÄGGES TILL OFFENTLIG GRANSKNING
Å VÄXTBIOLOGISKA INSTITUTIONEN
TORSDAGEN DEN 27 MARS 1958 KL. 10 F. M.

AV

ELIEL STEEN
FIL. LIC., VÄRML.

FÖR SAMTIDIG GRANSKNING FRAMLÄGGAS 7
I DENNA UPPSATS CITERADE ARBETEN AV FÖRFATTAREN

KUNGL. LANTBRUKSHÖGSKOLAN OCH STATENS LANTBRUKSFÖRSÖK
STATENS JORDBRUKSFÖRSÖK

Särtryck och småskrifter nr 102, 1958

BETESGÅNGENS INVERKAN PÅ VÄXTLIGHET OCH MARK I SVENSKA NATURBETEN

Av Eliel Steen

Summary:

Effects of grazing upon plant cover and soil in Swedish natural pastures

UPPSALA 1958

Emil Kihlströms Tryckeri AB Stockholm 1958
580052

Förord

Föreliggande uppsats utgör en kort sammanfattning av de viktigaste resultaten av författarens undersökningar över betningens ekologiska betydelse i svensk naturbetesmark. Resultaten ha i sin helhet fr. o. m. 1954 publicerats i en serie meddelanden från denna institution. Härmed ha dessa arbeten slutförts och författaren vill ta tillfället i akt att framföra sitt tack till föreståndarna vid institutionen under denna tid, professorerna Erik Åkerberg och Olof Franck, vilka visat stor välvilja såväl under arbetenas gång som vid resultatens publicering.

Min närmaste chef, statsagronom Gunnar Giöbel, gav mig impulsen till dessa undersökningar och har varit mitt viktigaste personliga stöd samt dessutom på många sätt hjälpt mig med en rad frågor. Jag riktar till honom mitt allra hjärtligaste tack.

Min akademiske lärare i växtbiologi, professor Einar Du Rietz, har på sitt entusiasmerande sätt varit min vetenskaplige handledare och genom manuskriptgranskning, diskussioner, råd och anvisningar varit mig till ovärderlig hjälp, för vilket jag står i djupaste tacksamhetsskuld.

Många andra akademiska lärare och vänner ha lämnat värdefull hjälp. Professor O. Svanberg, laborator S. Andersson, statsagronom K. Lundblad, förste ass. S. Odén och ass. O. Gunnarsson vid Lantbrukshögskolan och Statens Lantbruksförsök ha givit metodiska anvisningar och granskat delar av manuskript.

Docent T. Arnborg och laborator G. Sandberg, Uppsala, samt laborator H. Sjörs, Stockholm, ha granskat manuskript och i diskussioner anfört värdefulla synpunkter. Prof. O. Zdansky, Uppsala, har välvilligt hjälpt mig med översättningsarbete.

Till ovannämnda personer, liksom till alla övriga, som på ett eller annat sätt bistått mig i mitt arbete ett varmt tack.

Statens Jordbruksförsök, Uppsala 7, i febr. 1958

Eliel Steen

Husdjurens betesgång[1] utgör en av kulturens viktigaste återverkningar i svensk vegetation. Dess historia börjar redan under forntiden, och ännu idag utövar betningen ett icke oväsentligt inflytande på stora arealer svensk mark. Man torde nämligen kunna räkna med att i det närmaste 1 milj. har härav bestå av betesbetingade vegetationstyper, vilka fortfarande mer eller mindre intensivt utnyttjas till bete. Utvecklingen under de sista åren har emellertid gått mot ett uppgivande av ansenliga arealer dylik naturlig betesmark till förmån för skogsplantering eller igenväxning till betesfredad skog. Istället har åkerjorden fått stigande användning till bete, även om denna förändring ej har gått särskilt snabbt. Därför finner man fortfarande under större delen av betessäsongen i runt tal 75 % av våra betande djur i naturliga betesmarker. Detta torde tillräckligt illustrera att betningen representerar en väsentlig ekologisk faktor, som är upphovet till många viktiga drag i det svenska landskapet och dess vegetation.

Förf. har i sina undersökningar, vilka publicerats i 7 tidigare uppsatser (S. 1954, 1956 a, b, 1957 a, b, c, 1958), sökt belysa utvalda sidor av dessa betningens olika återverkningar som växtekologisk faktor. Undersökningarna göra ej anspråk på att vara allsidigt uttömmande utan äro snarare försök till exemplifiering av vissa sidor av betningens inflytande.

Mot denna bakgrund har i sina huvuddrag problemställningen varit: Hur påverkar betningen den ursprungliga vegetationen? Vilka egenskaper har den sekundära, av betningen framskapade, vegetationen och vad utmärker ståndorten i denna nya miljö? Samt slutligen: Hur förhåller sig betningen till övriga faktorer? I vilken utsträckning undertrycker den verkningarna av övriga, mera ursprungliga ståndortsegenskaper?

Utgående från denna problemställning har förf. gett de olika undersökningarna karaktären av en jämförande analys av olika starkt och på olika sätt betespåverkade ytor i naturliga betesmarker. Metodiken har i sin tur utgjorts av vegetationsanalys, huvudsakligen utförd i smårutor, kompletterad med olika slag av provtagningar för bestämning och analys av olika ståndortsegenskaper, främst fysikaliska och kemiska markegenskaper. Därtill komma ett antal mikroklimatiska mätningar.

Betningens inverkan på skogen har förf. behandlat huvudsakligen ur floristisk och växtsociologisk synvinkel. Dess direkta skadeverkningar på skogen, vilka i facklitteraturen betraktas som avgjort större än dess eventuella fördelar (jfr litteraturöversikten, S. 1958, s. 7—18), ha dock något berörts i ett fältförsök i måttligt betad hagmark med ungplantor av gran, tall och björk. Detta försök gav till resultat att björken betades mest och därför

---

[1] Synonymt med *betesgång* använder förf. ordet *betning* samt i några fall *bete*. Sistnämnda ord användes dessutom av förf. i betydelsen betesmark eller betesväxtlighet. Jfr *avbetning* s. 12.

också skadades mest. Därnäst kom tallen och sist granen, som djuren ogärna avbetade. Trampskadorna voro i jämförelse med skadorna genom avbetning avsevärt lindrigare (S. 1958, s. 16).

Det är ett allmänt känt förhållande att skogen så småningom försvinner om den utsättes för intensiv och långvarig betning. Alltefter klimat- och markförhållanden uppstår istället stepp-, hed- eller ängsvegetation i olika utformning. I den monografiska behandlingen av hagområdet vid Lövsta i mellersta Uppland (N 59° 58′) har förf. lämnat ett exempel på en sådan utveckling, i detta fall begynnande med hedbarrskog och slutande med trädfattig gräsmark (S. 1954). I en senare uppsats ha två andra exempel från Mellansverige anförts, det ena i hedbarrskog och det andra i ängslövskog (S. 1956 b). Slutresultatet även i dessa båda fall är gräsmark. Uppkomsten av dylika hagmarker har i gamla tider ofta påskyndats genom röjning av människohand. Isynnerhet har detta varit nödvändigt vid låg betesintensitet. Vid hög intensitet ha däremot dylika vegetationstyper sannolikt bildats och även bibehållits utan människans hjälp, åtminstone i lövskog. Betesmarker av denna typ (hagar) ha troligtvis uppkommit redan under forntiden och ha sedan efterhand ökat i betydelse (S. 1954, s. 7—17; 1958, s. 26). Under allra sista tid har dock deras areal minskat på grund av rationaliserad betesdrift och deras igenväxande och igenplantering med skog.

Ett karakteristiskt drag i den betade, ur skog utvecklade, gräsmarken är omväxlingen mellan hårt och svagt betade ytor. De förra bestå i regel huvudsakligen av örter, gräs och mossor fördelade på två skikt, de senare hysa främst enstaka träd och buskar samt ris och lavar och äro således tre-fyrskiktade. Örter, gräs och mossor spela däremot en underordnad roll. Betesmarker av denna typ äro därigenom en mosaik av hed- och ängsvegetation, av vilken hedelementet anknyter till den slutna skogens samhällen och ängselementet utgör slutstadiet i den av betningen betingade växtsociologiska utvecklingen. I de magraste hagmarkstyperna torde emellertid även de hårt betade ytorna vara av övervägande hedkaraktär. Förf. har närmare undersökt några sådana fall och i översikten mera allmänt diskuterat betningens förhållande till dessa problem (S. 1954, 1956 a, b, 1958).

Den slutna skogen är i regel ett jämförelsevis artfattigt samhälle. Detta gäller lövskog såväl som barrskog. Genom långvarig och intensiv betespåverkan övergår skogen i mer eller mindre öppna samhällen, vilka i de flesta fall äro betydligt artrikare än skogen. I Lövsta-hagen räkna således samhällena 75—100 arter, medan den slutna hedbarrskogen knappast hyser mer än 30—40 arter. Emellertid finner man samtidigt att de hårt betade ytorna inom hagen äro artfattigare än de svagt betade. Betningen har på så sätt dubbelsidig verkan på floran. Dels framskapar den en i sin helhet artrik hagvegetation, dels medverkar den själv till att artfattiga fläckar uppstå här och var i hagen. Samma förhållande har förf. kunnat konstatera i andra vegetationstyper, såsom i öländska kalktorrängar, uppländska hagmarker i

lövskog, uppländska strandängar och värmländska hagar på f. d. barrskogsmark (S. 1956 a, s. 101; b, s. 122, 129; 1957 a, s. 9—12). Det har härav m. a. o. framgått att betningen vid en viss intensitet och varaktighet ger upphov till ett floristiskt optimum. Underskrides denna nivå minskar artantalet därför att en igenväxning till skog påbörjas, överskrides den minskar också artantalet men nu på grund av själva avbetningen, som vid hög intensitet endast kan uthärdas av ett mindre antal arter.

Granskar man den betespåverkade gräsmarksfloran närmare finner man att arter med inskränkt utbredning och specialiserade ståndortskrav äro sällsynta och att istället floran domineras av allmänna, ståndortsvaga och vittutbredda arter. Vid svag betesintensitet kan emellertid mera sällsynta arter förekomma, isynnerhet om betesmarken ifråga tidigare varit slåttermark och de sällsynta arterna således utgöra relikter från en tidigare slåtterepok. Den svaga betningen utgör i dylika fall en vikarierande faktor för slåttern, vilket åtminstone för en tid räddar kvar slåtterängsflorans element (S. 1958, s. 43). I många torrängar, särskilt de sydsvenska kalktorrängarna, uppträda dock många ovanliga arter utan att slåtter förekommit. Här svarar betningen ensam för deras närvaro.

Beträffande olika arters reaktion inför betespåverkan har förf., isynnerhet beträffande östra Svealand, funnit att bland gräsmarkens vanliga arter särskilt följande grupp tillhör de intensivt betade ytornas trognaste arter.

Achillea millefolium
Alchemilla pastoralis
Campanula rotundifolia
Cerastium holosteoides
Galium boreale
» *verum*
Lathyrus pratensis
Leontodon autumnalis
Polygonum viviparum
Prunella vulgaris
Ranunculus acris
Rumex acetosa
Stellaria graminea
Taraxacum spp. *(Vulgaria)*
Trifolium repens
Veronica chamaedrys
Vicia cracca
Agrostis tenuis
Anthoxanthum odoratum
Deschampsia caespitosa
Festuca ovina
» *rubra*
Luzula campestris
Poa pratensis
Climacium dendroides
Eurhynchium distans
Mnium affine
Rhytidiadelphus squarrosus
Thuidium philiberti

Ovanstående artlista kan, åtminstone i Svealand, betecknas som den betade gräsmarkens gemensamma floristiska nämnare, som, även om ståndortsförhållandena i övrigt växla, med hög konstans återfinnes i de naturliga betena om blott betningen är någotsånär intensiv (S. 1954, s. 76—77; 1956 a, s. 103, 108; 1957 a, s. 14—15; 1957 c, s. 14).

Utöver ovanstående grupp återstå ett antal betesresistenta arter, som ej

kunna inrangeras under »den floristiska nämnaren» på grund av något specialiserade krav ifråga om vatten-, kalk- och näringstillgång. På torrare ståndorter finner man således: *Agrimonia eupatoria, Alchemilla glaucescens, Centaurea jacea, Crepis praemorsa, Filipendula vulgaris, Hieracium pilosella, Hypochoeris maculata, Plantago media, P. lanceolata, Ranunculus bulbosus, Veronica officinalis, V. spicata, Carex caryophyllea, C. flacca, C. hirta* och *Camptothecium lutescens*. I fuktiga betesmarker återigen höra följande arter till de mest betesresistenta: *Caltha palustris, Geum rivale, Ranunculus repens, Succisa pratensis, Agrostis canina, A. stolonifera, Briza media* (även i torrängar), *Carex nigra, C. panicea, Juncus compressus, Poa palustris* och *Calliergonella cuspidata* samt de mindre vanliga arterna *Lysimachia nummularia, Blysmus compressus, Carex disticha* och *Sesleria coerulea*. Det bör emellertid observeras att i ovanstående artlistor även återfinnas växter, som ej äro direkt betesresistenta men ändå äro betesgynnade på grund av ringa smaklighet eller lågvuxen livsform.

Följande artgrupp uppträder ofta inom hårt trampade ytor i betesmarken: *Leontodon autumnalis, Matricaria matricarioides, Plantago major, Polygonum aviculare, Potentilla anserina, Trifolium repens* och *Poa annua* (S. 1954, s. 77; 1956 b, s. 122, 129; 1958, s. 46). Där spillningens gödselverkan gjort sig särskilt gällande finner man återigen isynnerhet följande arter: *Achillea millefolium, Cerastium holosteoides, Galium boreale, Ranunculus acris, Rumex acetosa, Stellaria graminea, Taraxacum* spp. *(Vulgaria), Trifolium repens, Veronica serpyllifolia, Festuca rubra, Poa pratensis* och *Cirriphyllum piliferum* (S. 1954, s. 31, 45, 59, 77; 1956 a, s. 103; 1957 b, s. 40—45; 1958, s. 46).

De av betningen missgynnade arterna å andra sidan utgöras av på den intensivt betade marken sällsynta arter, vilka däremot återfinnas i svagt betade marker eller i betesmarkens modersamhälle, dvs. den mer eller mindre slutna skogen. Till de senare höra bl. a. några ris, såsom lingon, ljung och blåbär med avtagande beteskänslighet i nämnd ordning (S. 1954, s. 27). Härtill komma lavarna samt ett antal örter och gräs, såsom *Campanula persicifolia, Chamaenerion angustifolium, Convallaria majalis, Geranium silvaticum, Geum urbanum, Maianthemum bifolium, Melampyrum pratense, Ranunculus auricomus, Vicia sepium, Calamagrostis arundinacea, Dactylis glomerata, Deschampsia flexuosa, Luzula pilosa, Poa nemoralis, Roegneria canina,* samt de flesta av skogens mossor (S. 1954, s. 27—29; 1956 b, s. 122—123, 128; 1957 b, s. 17). I lövskog äro de flesta ungplantor av träd och buskar beteskänsliga. Undantag utgöra torniga, giftiga eller i smaken bittra arter, såsom *Alnus incana, Crataegus* spp., *Prunus spinosa, Rhamnus cathartica* och *Rosa* spp. Betningens ogynnsamma inflytande är beträffande flera av ovan uppräknade arter ej så mycket betingat av avbetningens och trampets direkta skadeverkningar som mera av de ändrade ljusförhållandena i och med skogens utglesnande.

Inom de öppna gräsmarksytorna beror däremot betningens ogynnsamma inflytande på vissa arter i högre grad på själva avbetningen inklusive trampet än på dess indirekta följdverkningar. Dessa arter kunna därför betecknas som beteskänsliga i egentlig bemärkelse. Inom Lövsta-området äro följande arter att räkna till denna kategori: *Anthriscus silvestris, Campanula persicifolia, Dianthus deltoides, Fragaria vesca, Hypericum maculatum, Lathyrus montanus, Polygonatum odoratum, Potentilla argentea, Thalictrum flavum, Vicia sepium, Arrhenatherum pubescens, Carex montana, Dactylis glomerata, Luzula multiflora* och *Poa pratensis* ssp *angustifolia* (S. 1954, s. 78). Missgynnade av måttligt tramp och måttlig spillningsverkan äro i en öländsk kalktorräng *Anthyllis vulneraria, Potentilla tabernaemontani, Thymus serpyllum, Arrhenatherum pratense, A. pubescens, Carex caryophyllea, Phleum phleoides, Abietinella abietina* och *Cetraria islandica* (S. 1956 a, s. 103). I en hårt betad variant av en steppartad torräng på en moränkulle i Uppsala-trakten gå *Arrhenatherum pratense* och *Phleum phleoides* tillbaka vid stegrad betesintensitet (S. 1956 a, s. 107) och i en uppländsk, förvuxen vall missgynnas *Galium verum, Dactylis glomerata* och *Cirriphyllum piliferum* av betningen (S. 1956 a, s. 111). I en mälarstrandäng slutligen gå följande arter påtagligt tillbaka vid betning: *Lysimachia vulgaris, Rumex aquaticus, Stachys palustris, Calamagrostis canescens, Glyceria maxima* och *Phalaris arundinacea* (S. 1957 a, s. 16—17).

Det torde framgå av ovanstående att betesresistensen har ett nära samband med växternas yttre byggnad, dvs. med deras livsform. De lågvuxna, mattbildande eller rosettartade växterna ha således stor kvantitativ betydelse i betesmarken, isynnerhet som flertalet av dem föröka sig vegetativt med krypande ovan- eller underjordiska stammar eller på annat sätt äro anpassade för vegetativ förökning. Ofta finner man organ för upplagring av näring. Vidare sitta de talrika bladen lågt placerade på enbart eller i huvudsak vegetativa skott. De blombärande skotten bestå i sin tur ofta av bladlösa stjälkar (S. 1954, s. 75—79; 1956 a, s. 104, 112; 1956 b, s. 124, 130; 1957 a, s. 12—14; 1958, s. 47).

Som antytts anknyter betningens betydelse för gräsmarkens växtsociologi nära till skogens omvandling i öppna vegetationstyper. Några olika s. k. successionsstadier i denna omvandling ha studerats av förf. Begynnande betning i skog innebär ett djupt ingrepp, som åtminstone vid hög betesintensitet stör den växtsociologiska balansen. Först sker en kvantitativ förskjutning, som bl. a. yttrar sig i en dominantväxling, därefter inträda även kvalitativa förändringar: samhällsegna arter försvinna, främmande tillkomma. Växttäcket gör ett heterogent intryck, där gamla vegetationsenheter blandas med nya. Artantal, artkombination och mängdförhållanden växla starkt från fläck till fläck. Under förutsättning att betesintensiteten är av någotsånär konstant valör år efter år inträder så småningom ny jämvikt.

I annat fall förblir växttäcket i ett labilt tillstånd, som ändras än i den ena än i den andra riktningen.

Har betningen hög intensitet sker vid ovan skildrade vegetationsutveckling en påtaglig växtsociologisk likriktning. Slutresultatet blir nämligen gräsmarker av likartad floristisk sammansättning med en grundstomme av ängsväxter. Denna sociologiska konvergens kan vid särskilt stark betning gå så långt att slutresultatet blir ett enda eller några få samhällen även om utgångsläget utgöres av olika typer av såväl löv- som barrskogar. Betesinflytandet har överskuggat övriga faktorer och en mer eller mindre ny ekologisk miljö skapats, där vegetationen till övervägande del är svaret på betesfaktorns inflytande. Normalt har dock betningen lägre styrka och den sociologiska konvergensen upphör långt tidigare, vilket tillåter andra miljöfaktorer att komma till uttryck i vegetationen. Välavgränsade samhällen kunna här urskiljas, i vilka förutom betningen bl. a. även näringstillgången, markfuktigheten och mikroklimatet återspeglas.

Vid upphörande betning blir utvecklingsförloppet det motsatta, men förändringen går långsamt i början och snabbare efter en tid, medan det förhåller sig tvärtom vid insättande betning (S. 1956 a, s. 109, 111; 1957 a, s. 10—11). Utgångsläget är öppna gräsmarkssamhällen, varvid även här de första förändringarna bestå i kvantitativa förskjutningar. Den rikliga förnan gynnar högvuxna örter och gräs och en dominantväxling följer härav. Nästa steg består i förändringar i artsammansättningen, vilka ofta åtföljas av artreduktion. Något senare börjar buskskiktets invasion, varigenom fältskiktets villkor försämras. Slutligen växa de första träden upp, buskskiktet går tillbaka och slutstadierna i igenväxningen till skog ha inletts (S. 1956 a, s. 107—109, 111—114; 1956 b, s. 128; 1957 a, s. 10—11, 24).

Utmärkande växtsociologiska egenskaper i den under långa tider intensivt betade gräsmarken äro bl. a. följande: Homogeniteten är i allmänhet anmärkningsvärt hög, vilket yttrar sig i ett högt konstantantal samt liten variation ifråga om artantal och täckningsgrad. Antalet allmänna, ståndortsvaga arter är ofta stort medan däremot de floristiska rariteterna sällan förekomma, vilket innebär att goda skiljearter, dvs. diagnostiskt användbara floraelement äro sällsynta. Undantag härifrån utgöra vissa typer av de sydsvenska, isynnerhet skånska, kalktorrängarna, som även vid jämförelsevis stark betning innehålla åtskilliga sällsynta arter. — Vegetationen är i regel ej utpräglat skiktad. Under försommaren, innan betningen hunnit sätta djupare spår, kan man dock urskilja ett undre skikt med mossor och några lågvuxna örter samt ett övre skikt med mera högvuxna örter och gräs. Den vegetativa säsongvariationen, vilken förf. ägnat särskild uppmärksamhet (S. 1956 b), utmärkes bl. a. av proportionsförskjutningar mellan växttäcke, förna och obevuxen jord. Växttäcket ökar således sin andel under våren och försommaren, når maximum kring 1 juli, går sedan märkbart tillbaka efter blomningen, ökar på nytt under eftersommaren i sam-

band med stigande nederbörd samt avtynar slutligen mer och mer under senhösten. Liknande variation visar artuppsättningens procentuella representation vid olika tidpunkter under säsongen. Hälften av arterna övervintra vidare i grönt tillstånd under snön. Dock är reduktionen av bladmassa avsevärd, varigenom varje individ endast representeras av några få gröna skott. Är naturmarken gödslad är variationen mindre utpräglad, tillväxten startar snabbare på våren, håller sig bättre under torrperioder samt under senhösten och har i regel 1—2 månader längre vegetationsperiod. En säsongvariation förekommer även i form av aspektväxlingar, i vilka bl. a. *Anemone nemorosa, Taraxacum* spp. *(Vulgaria), Ranunculus* spp., *Geranium silvaticum, Trifolium medium* och *Filipendula vulgaris* delta.

I den avslutande uppsatsen har förf. gjort ett försök till översiktlig systematisering av de naturliga betesmarkernas viktigaste växtsamhällen (S. 1958, s. 56). Härvid har utgångspunkten varit de tre viktiga variationsriktningar i vegetationen, som följa med växlande vattentillgång, näringsinnehåll i marken och betesintensitet.

Betningens inverkan på gräsmarkens produktion av växtmaterial har förf. något belyst i en strandängsundersökning (S. 1957 a) samt i samband med en undersökning över lutningens och expositionens betydelse i gräsmark (S. 1957 c). I strandängen, av vilken en del varit fridlyst under 45 år och en annan del betats under samma tid, visar sig produktionen av ovanjordiskt växtmaterial vara något större i den obetade delen än i den betade. Däremot är den totala växtmassan under jord densamma. I den betade delen är emellertid den senare betydligt starkare koncentrerad till markens ytlager än i den obetade. Det underjordiska materialet består vidare i den betade delen till betydligt högre del av rötter än i den obetade, i vilken jordstammar spela en jämförelsevis större roll.

I anslutning till bestämningarna av produktionen har i strandängsundersökningen även vissa kvalitetsfrågor något undersökts. Härav har framgått att halten av råprotein, socker och mineralämnen är högre men halten växttråd lägre i den betade delen än i den obetade, bl. a. ett uttryck för betningens bibehållande av växttäcket vid ett ungt utvecklingsstadium men också för dess gynnande av lågvuxna arter med rik vegetativ skottbildning. Undersökningen har vidare visat att det underjordiska växtmaterialet påverkas långt mindre av betningen ifråga om kemisk sammansättning, och några större skillnader mellan den betade och obetade delen ha ej kunnat påvisas.

En speciell återverkan får betningen när topografin är bruten. Den förstörelse av skogen, som betningen i allmänhet för med sig, innebär då att marken direkt utsätts för expositionens inflytande på mikroklimatet, medan däremot den slutna skogen till icke oväsentlig del bildar sitt eget klimat.

Det kortvuxna, i regel hårt avbetade, gräsmarkssamhälle, som träder i skogens ställe utgör en betydligt svagare buffert mot expositionens inflytande och markutvecklingen liksom ståndortens alla egenskaper bestäms till avsevärt högre grad av den topografiska utformningen.

Starkast framträder denna skillnad vid jämförelse av nord- och sydexponerade lokaler, vilken förf. anställt i en ravin norr om Uppsala (S. 1957 c). Under likartad betesintensitet inom hela ravinområdet, som kläds av helt öppen gräsmark, utvecklas på grund av olikartad exposition två helt skilda vegetationstyper på ravinens nord- och sydluta. Den förra hyser en artfattig, gräsrik vegetation av typen rödvenäng, den senare ett artrikt, av örter dominerat, steppbetonat torrängssamhälle. De gemensamma arterna äro främst ett antal av den intensivt betade gräsmarkens viktigaste indikatorarter (se ovan), som här uppgå till ett 20-tal av ravinens hundratalet arter. Betesfaktorn förmår här alltså inte undertrycka verkningarna av de topografiska förhållandena utan en av dessa betingad differentiering i olika vegetationstyper uppstår.

Detta påverkar även flera andra egenskaper hos vegetationen, såsom exempelvis säsongvariationen, som på sydlutan i jämförelse med nordlutan yttrar sig i tidigare start på våren, snabbare tillväxt under den första månaden, större depression under sommarens torrperioder och längre uthållighet under senhösten. Vidare är produktionen av grönt växtmaterial avsevärt högre på syd- än på nordlutan; vid första skörd mer än 2 gånger, vid andra skörd c:a 30 % större. Det underjordiska växtmaterialet är på sydlutan starkare koncentrerat till markens översta 10 cm än på nordlutan, vilket förklaras av det högre inslaget av jordstammar och rotknölar på den förra sidan. Sammanlagda mängden rötter ned till 50 cm djup är dessutom något större på sydlutan. Beträffande växtmaterialets kemiska sammansättning kan konstateras att inga större olikheter föreligga mellan de två sidorna, vilket, mot bakgrunden av de påtagliga differenserna i markkemiskt hänseende, förf. anser vara ett visst belägg för de kemiska markegenskapernas sekundära roll i jämförelse med de markfysikaliska och mikroklimatiska.

Den andra huvuddelen av förf. undersökningar har gällt betningens inverkan på ståndorten, särskilt marken. Förf. har härvid sökt belysa hur markbildningsprocessen genom betningen länkas in på nya banor. Med undantag för delar av Götaland och Svealand samt vissa särskilt gynnade lokaler längre norrut är den pedologiska slutprodukten i Sverige podsol, liksom dess växtsociologiska klimax huvudsakligen är barrskog. Utsättes detta biologiska komplex (ekosystem) för betning, sker en omvandling av skogen till öppna gräsmarkssamhällen. Den för barrskogen typiska bildningen av sur råhumus ovanpå mineraljorden upphör härigenom. Istället

bildas en förna av örter, gräs och mossor, som i regel är betydligt mindre sur och som dessutom inkorporeras i mineraljorden. Även de förbättrade instrålningsförhållandena vid markytan bidra till att humusnedbrytningen till stor del blir bakteriell och markfaunan talrikare, vartill isynnerhet daggmaskar bidra. Det lågvuxna växttäcket påverkar vidare vattenföringen i marken liksom även marktemperaturen. Alla dessa nya betingelser orsaka att podsoleringen hejdas, och istället leder markbildningen till brunjordsliknande marktyper. I de fall då utgångsläget redan utgöres av brunjord, såsom i många lövskogar i södra och mellersta Sverige, leder däremot betningen endast till mindre förändringar. Marktypen förblir brunjord, men den undergår en viss strukturdegeneration genom trampet, vilket även påverkar vissa andra markfysikaliska egenskaper. Detta innebär att betningen även när det gäller marken åstadkommer en konvergens, nämligen att från början väl skilda marktyper omvandlas i en slutprodukt, som i de flesta fall är en brunjordsliknande mellanprodukt av podsol och brunjord (S. 1954, s. 90, 93—95, 96—97, 122; 1956 b, s. 127, 132).

Som ståndortsekologisk faktor är betesgången av komplex natur men torde översiktligt kunna uppdelas i tre delfaktorer, nämligen avbetningen, trampet och spillningen (S. 1958, s. 57). Betningens markfysikaliska återverkningar härröra därvidlag huvudsakligen från trampet samt i viss mån avbetningen, medan de markkemiska följderna främst bero av spillningen. I strandängsundersökningen visar sig således betningen genom trampet och i viss mån avbetningen ha pressat samman den översta, humusrika delen av strandängens markprofil från 15 till 10 cm tjocklek. Strukturen har dessutom brutits ned från en välutvecklad crumbstruktur till enkelkornstruktur. Den rika infiltrationen av finare rötter motverkar dock i viss mån denna ofördelaktiga effekt. Utöver detta har även sprickbildningen i profilen påverkats genom att upptorkningen ej förlöper lika långt, som i den obetade delen. Anledningen härtill är tvåfaldig. Dels beror den på lägre vattenförluster genom transpiration, dels på högre infiltration av nederbördsvatten tack vare det kortvuxna växttäcket. Antalet sprickor i markprofilen på den betade sidan är därför avsevärt lägre än på den obetade sidan av strandängen (S. 1957 a, s. 45—55).

I samma undersökning framkommer vidare att betesgången genom trampet i markens översta 15 cm orsakat en ökning av materialvolymen men en motsvarande minskning av porvolymen med c:a 10 %. Vattenkapaciteten är 3 % lägre i den betade delen än i den obetade, en jämförelsevis liten skillnad med hänsyn till olikheten ifråga om porvolymen, som förklaras av att trampet i första hand åstadkommer en omfördelning av porstorleksklasserna till förmån för kapillära, vattenhållande porer. Under 15 cm djup kunna dessa skillnader ej påvisas. Den aktuella vattenhalten är vid vegetationsperiodens senare del betydligt större i den betade delen, vilket överens-

stämmer med iakttagelsen att sprickbildningen inom denna del är mindre välutvecklad.

Liknande resultat ha erhållits i de andra delundersökningarna. Således utmärkas trampfaserna i Lövsta-hagen av c:a 10 % lägre porvolym, 7 % lägre vattenkapacitet och avsevärt högre volymvikt än de normalt betade ytorna. Ett undantag utgör fuktängssamhället *Blysmetum*, som trots intensivt tramp uppvisar hög porvolym, vilket förklaras av den höga humushalten, det höga grundvattenståndet och den täta, grova rotfilten (S. 1954, s. 107, 116). Vid stegrad avbetning och ökat tramp i en ängslövskog i Uppsala-trakten minskar porvolymen från 58 till 49 och slutligen 44 % i tre olika starkt betade faser. Samtidigt minskar vattenkapaciteten från 49 till 45 och 37 %. Samma jämförelse i en värmländsk hedbarrskog gav för porvolymens del siffrorna 59, 51 och 37 % medan vattenkapaciteten minskade från 53 till 50 och slutligen 36 % (S. 1956 b, s. 127, 132).

Marktemperaturen påverkas i sin tur ganska påtagligt av betningen genom att växttäcket under hela vegetationsperioden hålls nere vid en kort växthöjd genom de ständiga avbetningarna. Härigenom blir även marktäckningen under vintern avsevärt mindre. I strandängen visar sig detta medföra större årsamplitud för marktemperaturen vid 10 såväl som 30 cm djup. Likaså blir dygnsamplituden under vegetationsperioden större (S. 1957 a, s. 62—64). Detta återspeglas även i avdunstningen vid markytan, som i betad mark blir åtskilligt större än i icke betad (S. 1957 a, s. 59). — Däremot ha inga markfysikaliska skillnader kunnat påvisas i spillningsfläckarna (S. 1954, s. 113) eller efter 5 års betesfred (S. 1956 a, s. 110).

De markkemiska egenskaperna påverkas också i flera viktiga avseenden av betningen. Således medför omvandlingen av skogen till gräsmark en betydande höjning av den biologiska aktiviteten i marken, vilket medför snabbare nedbrytning av det organiska materialet, effektivare mineralisering och snabbare mobilisering av växttillgänglig näring. Detta återspeglas bl. a. i höjt markreaktionstal (pH) och oftast höjd elektrolythalt. Den för podsolen karakteristiska skiktningen i kemiskt hänseende försvagas eller utsuddas helt, vilket bl. a. framgår av pH-, bastal- och Fe_2O_3-profilerna. Mindre förändringar ger däremot betningen i regel upphov till när det gäller lättlöslig fosfor och lättlösligt kalium, åtminstone inom måttligt betad mark. Inom spillningsfläckarna sker däremot en stark jonkoncentration, inte minst beträffande fosfat och kalium, vilket framgår av analyserna. Tydligt är därvid också att denna påverkan är störst inom svagt buffrade, lätta mo- och sandjordar (S. 1954, s. 114; 1956 a, s. 105). Detta gäller f. ö. de kemiska förändringarna i allmänhet, som äro störst i f. d. barrskogsjordar, isynnerhet vid grov textur, och minst i mullrika eller styva lövskogsjordar (S. 1956 b, s. 126, 131; 1957 a, s. 66).

Vid bruten topografi framträder betningens inflytande på växtlighet och mark vid olika lutningsriktning och lutningsgrad, vilket illustreras av ra-

vinundersökningen (S. 1957 c). När ravinen var skogklädd utmärktes området av en i stort sett likartad marktyp. Sedan skogen genom betningen försvunnit bli förhållandena helt ändrade och en mycket kraftig divergens i markhänseende mellan ravinens nord- och sydluta inträder, vilket bl. a. tar sig uttryck i olikartad utbildning av markprofilen. Denna karakteriseras på sydlutan av en starkt aggregerad, sprickrik profil, åtminstone ned till 50 cm. De översta 10 cm utgöras av en biologiskt betingad mantel av jord i välutvecklad crumbstruktur. På nordlutan finner man likaså i de 10 översta cm en dylik mantel, som ifråga om struktur ej nämnvärt skiljer sig från sydlutans, medan däremot en kompakt profil med endast få sprickor vidtar därunder. Denna olikhet avtar med lutningen och i ravinens botten är den knappast märkbar.

Den biologiska aktivitetens utjämnande inflytande på markens översta 10—15 cm återspeglas även i en del andra markfysikaliska egenskaper och endast beträffande vattenkapaciteten kan man påvisa någon större skillnad. På nordlutan är den 3 % högre än på sydlutan, ett uttryck för den olikartade porstorleksfördelningen på de två sidorna. På djupare nivåer föreligga däremot avsevärda skillnader. Således är vid 30 cm djup materialvolymen 5 % högre, vattenkapaciteten 3 % lägre och den aktuella vattenhalten 5 % högre på nord- än på sydlutan. Vid 50 cm djup äro dessa skillnader ännu mer utpräglade. Under den biologiska manteln i markprofilens översta del göra sig alltså skillnader i de fysikaliska faktorerna betydligt mera gällande, medan däremot de biologiska nästan helt träda tillbaka. Marktemperaturen är underkastad en avsevärt större variation på syd- än på nordlutan, vilket gäller såväl dygnet som hela vegetationsperioden. Dessutom sker uppvärmningen under våren mycket snabbare på sydlutan men avtar sedan relativt sett under högsommaren medan den fortsätter att stiga på nordlutan, vilket gör att temperaturskillnaderna äro störst under försommaren.

I markkemiskt avseende återigen kunna stora skillnader påvisas mellan de två sidorna. I ytlagren har således sydlutan högre pH, ledningstal, bastal och kalital samt halt av totalmangan än nordlutan. I två djupare belägna nivåer äro pH, bastal, ledningstal, laktattal och kalital högre, varvid särskilt bör framhållas de avsevärt högre bastalen på grund av förekomst av kalciumkarbonat.

De ovan nämnda förhållandena i förening med den olikartade vegetationsutbildningen på ravinens två sidor, ha således gett upphov till två skilda marktyper: på nordlutan en svagt podsolartad brunjord, på sydlutan en godartad brunjord. Anledningen härtill synes i första hand vara de mikroklimatiska skillnaderna och blott i andra hand vegetationens olika sammansättning. För vegetationens del tala resultaten för att sydlutans steppartade

torrängssamhälle i första hand är mikroklimatiskt och i viss mån markfysikaliskt betingat medan de markkemiska egenskaperna ha sekundär betydelse.

Summary

Title of the paper: *Effects of grazing upon plant cover and soil in Swedish natural pastures.*

This paper constitutes a brief summary of the most important results published by the author in his previous papers (see list of references) intended to throw light upon some aspects of the different influences of grazing upon plant cover and soil in Swedish natural pasture grounds.

The author has given some examples of the plant successions from closed forest to more or less open grassland as the result of intensive and enduring grazing. — As far as the flora is concerned a certain intensity of the grazing proved to correspond to a floristic optimum, i.e. a maximum number of species. Below this level regrowth of forest starts again, if it is exceeded only a smaller number of species are able to persist. In either case a reduction of the number of species is the result. Also the great share of the ubiquitous plants and the concealed position of the rarities are discussed. A list is given of species resistant and sensitive to grazing (p. 6—7), and the connection between resistance to grazing and external appearance (life form) of the plants is exposed.

From a phytosociological point of view the levelling influence upon the vegetation of the intensive grazing receives particular stress. Originally well differentiated vegetational units are impoverished of their characteristic species, the boundaries becoming increasingly vaguer or being altogether extinguished. A phytosociological convergence takes place of which the author has attempted a schematic representation (Steen 1958, p. 56, Fig. 1) The same illustration represents also the most important plant communities in Swedish natural pastures. — The relations between some phytosociological properties and grazing are illustrated. The author has dwelt particularly upon the vegetative seasonal variation during one particular season (Steen 1957 b).

In one case the influence of the grazing upon the production of plant material has been examined. The results indicate that the production of green plant material decreases, that the subterranean plant material is concentrated in a higher degree at the surface, and that the quantity of the roots increases in comparison with other subterranean parts. The total quantity of the subterranean plant material has, however, not been influenced by the grazing. Also some chemical properties of the plant material have been studied.

With regard to the influence of grazing upon the soil the author stresses

its levelling effect upon soil formation. The podsols are changed into products intermediate between podsol and brown earth, while the brown earth in its turn degenerates, especially with regard to its structure, and thus approaches the podsol. It is thus possible to speak both of a pedological and a phytosociological convergence. Some physical properties of the soil are discussed, e.g. structure, formation of cracks, pore volume, material volume, water capacity, and soil temperature. In addition some chemical soil properties have been examined.

Special attention has been paid to the consequences of topography for grazing effects, particularly at north-south exposure (Steen 1957 c). A ravine which originally was covered with forest is transformed by grazing into open grassland, leading to the formation of climatically strongly differentiated north and south slopes. In this case great differences could be established between the two sides with regard to a number of properties of the plant cover as well as of the soil, as e.g. number of species, composition of the flora, plant communities, production of plant material, and physical as well as chemical soil properties.

Citerade arbeten av författaren

Steen,[1] *E.,* 1954: Vegetation och mark i en uppländsk beteshage med särskild hänsyn till betesgångens inverkan. (Zusammenfassung: Vegetation und Boden einer uppländischen Hutweide — unter besonderer Berücksichtigung des Weideganges). — Statens jordbruksförsök. Meddelande nr 49. Uppsala.

—»— 1956 a: Undersökningar över betningens inflytande i tre naturbeten. (Summary: Investigations into the effect of grazing on three natural pastures). — Ibidem, nr 74.

—»— 1956 b: Betningens inverkan på vegetation och mark i två typer av hagmarksbeten. (Summary: The influence of grazing on vegetation and soil in two types of partly forested natural pasture). — Ibidem, nr 75.

—»— 1957 a: Betningens inverkan på växtlighet och mark i en mälarstrandäng. (Summary: The effect of cattle grazing upon plant cover and soil in a freshwater marshy meadow). — Ibidem, nr 83.

—»— 1957 b: Botanisk säsongvariation i två naturbeten. (Summary: Botanical seasonal variation in two natural pasture swards). — Ibidem, nr 84.

—»— 1957 c: Lutningsriktningens och lutningsgradens inflytande på växtlighet och mark i ett naturbete. (Summary: The influence of exposure and slope upon vegetation and soil in a natural pasture). — Ibidem, nr 86.

—»— 1958: Betesinflytelser i svensk vegetation. (Summary: Effects of grazing on Swedish vegetation). — Ibidem, nr 89.

[1] I texten förkortat: S.

Ms mottaget den 14.1.1958.